(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0052442
(43) 공개일자 2009년05월26일

(51) Int. Cl.
A61B 5/02 (2006.01) *A61B 5/021* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0118940
(22) 출원일자 2007년11월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지
(72) 발명자
심봉주
서울시 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원
오현호
서울시 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
진천웅, 정종옥, 조현동

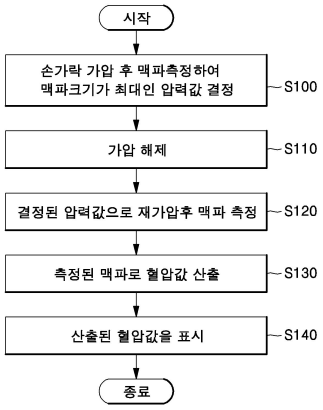
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 비침습 혈압측정 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명은 비침습 혈압측정 방법 및 장치에 대한 것으로, 공기주머니의 압력을 증가시키면서 피측정자의 손가락을 가압하고, 상기 가압된 손가락의 맥파를 PPG(Photo Plethysmo-Graphy) 센서로 측정하여 맥파 크기가 최대인 압력값을 결정하는 단계와; 상기 공기주머니의 가압을 해제하는 단계와; 상기 결정된 압력값으로 상기 손가락을 재가압하여 맥파를 측정하는 단계와; 상기 측정된 맥파로부터 맥파전달시간(PTT: Pulse Transit Time)을 얻고, 상기 얻은 맥파전달시간을 이용하여 혈압값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이러한 본 발명은 혈압값 산출을 위한 맥파 측정 전에 미리 손가락에 가해지는 압력을 결정함으로써, 피측정자의 손가락에 가해지는 압력 차이에 따른 오차를 최소화할 수 있는 것이다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

구윤희

서울시 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원

조성문

서울시 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원

홍형기

서울시 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원

특허청구의 범위

청구항 1

공기주머니의 압력을 증가시키면서 피측정자의 손가락을 가압하고, 상기 가압된 손가락의 맥파를 PPG(Photo Plethysmo-Graphy) 센서로 측정하여 맥파 크기가 최대인 압력값을 결정하는 단계와;

상기 공기주머니의 가압을 해제하는 단계와;

상기 결정된 압력값으로 상기 손가락을 재가압하여 맥파를 측정하는 단계와;

상기 측정된 맥파로부터 맥파전달시간(PTT: Pulse Transit Time)을 얻고, 상기 얻은 맥파전달시간을 이용하여 혈압값을 산출하는 단계를 포함하는 비침습 혈압측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 공기주머니에는 공기가 들어있고, 상기 가압을 해제하는 것은 상기 공기주머니로부터 공기를 배기하는 것임을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 맥파 크기가 최대인 압력값(MBP: Mean blood pressure)을 다음의 [수학식]에 의해 결정하는 것을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 방법.

압력값(MBP) = 1*SBP/3 + 2*DBP/3

상기 SBP(systolic blood pressure)는 수축기 혈압, 상기 DBP(diastolic blood pressure)는 이완기 혈압.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피측정자의 심전도를 심전도측적용 전극을 이용하여 측정하는 단계를 더 포함하고,

상기 혈압값을 산출하는 단계는, 상기 측정된 맥파와 심전도를 근거로 하여 얻은 맥파전달시간을 회귀식에 적용시켜 혈압값을 산출하는 것을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 맥파전달시간은, 상기 측정된 심전도의 R파로부터 상기 측정된 맥파의 최대점까지의 시간을 이용하여 얻어지는 것을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 방법.

청구항 6

피측정자의 맥파를 측정하기 위한 PPG센서와;

피측정자의 손가락을 가압하고 상기 가압을 해제할 수 있는 가압수단과;

상기 PPG센서의 측정값 중에서 맥파 크기가 최대인 가압수단의 압력값을 결정하고, 상기 결정된 압력값으로 상기 손가락을 재가압하도록 상기 가압수단을 제어하며, 상기 재가압에 따른 맥파 정보를 이용하여 혈압값을 산출하는 중앙처리장치와;

상기 중앙처리장치가 산출한 혈압값을 표시하는 표시부를 포함하는 비침습 혈압측정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 가압수단은,

손가락을 넣을 수 있는 관통부를 가지는 지지부와;

상기 손가락을 가압할 수 있는 공기주머니를 포함하는 것을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 공기주머니는,

상기 지지부의 외측 일면 또는 양면에 구비되거나, 상기 관통부 둘레에 구비된 것을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 장치.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 지지부는 상부 및 하부 지지부로 이루어지고, 상기 PPG센서는 하나 이상의 발광소자 및 수광소자로 이루어지며,

상기 발광소자 및 수광소자는 상기 상부 및 하부 지지부중 적어도 하나 이상의 지지부에 구비된 것을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

피측정자의 심전도를 측정하기 위한 하나 이상의 심전도측정용 전극을 더 포함하고,

상기 중앙처리장치는 상기 심전도측정용 전극의 측정값과 상기 맥파 정보를 이용하여 혈압값을 산출하는 것을 특징으로 하는 비침습 혈압측정 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 비침습적이면서 커프를 통한 가압없이 혈압을 측정할 수 있는 기술에 대한 것으로, 특히 피측정자의 손가락에 가해지는 압력에 따른 맥파 정보를 이용하여 보다 정확하게 혈압값을 산출할 수 있는 것이다. 더욱 상세하게는, 맥파의 크기가 최대인 압력값을 미리 결정하고, 상기 결정된 압력값 수준에서 맥파를 측정함으로써, 피측정자의 손가락에 가해지는 압력 차이에 따른 오차를 최소화하기 위한 것이다.

배 경 기 술

<2> 혈압은 심박출량, 혈관의 탄성도, 환자의 생리적인 변화 등에 대한 많은 정보를 포함하고 있는 중요한 생리지표이다. 혈압을 측정하는 방식은 크게 침습적인 방법과 비침습적인 방법이 있으며, 침습적인 방법은 카테터를 혈관에 삽입하여 지속적으로 정확하게 혈압을 측정할 수 있는 방법이고, 비침습적인 방법은 주로 커프를 사용하여 압력을 가하면서 소리나 진동을 감지하여 혈압을 측정하는 방법으로, 연속적으로 측정하는데 제한을 받는다.

<3> 비침습적이면서 커프를 사용하지 않고 혈압을 측정하는 방법으로, 광학묘기측정(photoplethysmogram)을 통해 얻어지는 파형을 분석하여 동맥평균혈압을 산출하는 방법과, 심전도(ECG:electrocardiogram)와 백파 신호 측정(예를 들어 산소 포화도 측정 방식(PPG: Photo Plethysmo-Graphy))으로부터 맥파전달시간(pulse transit time)을 얻고 이를 이용하여 혈압을 산출하는 방법 등이 있다.

<4> 압력과 부피의 관한 식으로부터 혈압과 맥파전달시간 간의 관계식은 다음의 [수학식1]과 같이 표현된다.

$$c = \sqrt{\frac{V}{\delta\,(\partial V/\partial P)}} = \sqrt{\frac{V\,\partial P}{\delta\,\partial V}}$$

<5>

<6> 여기서, c는 맥파의 속도이고 δ는 혈액의 밀도, V는 혈액의 부피, P는 혈압을 나타낸다. 혈액의 밀도가 일정하

다고 하면 상기 [수학식1]을 다음의 [수학식2]와 같이 좀더 간단하게 표현할 수 있다.

<7> $$\Delta P \propto c^2(\Delta V/V)$$

<8> 상기 [수학식2]는 혈압을 맥파의 속도와 혈액의 부피의 변화로부터 추정할 수 있다는 것을 의미한다. Stephen O. Heard 등의 논문(Journal of Clinical Anesthesia, 12:509-518, 2000)을 보면 PTT를 측정하는 시간을 맥파가 최저점에서 최고점으로 오르는 구간의 50%를 기준으로 계산하여 c와 △V/V 부분을 한꺼번에 처리하여 관계식을 얻었다.

<9> 그러나, 이러한 관계식을 적용하여 혈압을 측정하면 사람에 따라 조금씩 다른 측정값이 출력된다. 즉, 범용의 회귀식이 아니므로 개개인에 맞는 회귀식을 따로 얻어야 하며, 이를 위해 보정이 필요하고 정확성을 높이기 위해서는 보정의 횟수도 늘려야 한다. 사용자의 편의성이나 지속적인 혈압의 모니터링을 위해서는 비침습적이면서 커프를 사용하지 않는 무가압 측정방법이 적합하지만, 종래 기술에 의한 무가압 측정방법을 이용하는 경우 모든 피측정자들에게 적용할 수 있는 범용의 회귀식을 얻기가 어려워 개개인별로 보정이 필요하고 정확한 혈압 측정값을 얻기 위해서는 지속적으로 보정을 해야하는 어려움이 있다.

<10> 한편, 본 발명자들에 의해 발명된 대한민국 공개특허 제10-2007-0056925호는 피측정자 신체의 특성요소를 입력하는 제1과정과; 심전도측정용 전극을 이용하여 피측정자의 심전도를 측정하고, PPG 센서를 이용하여 맥파를 측정한 후 이 측정값을 근거로 맥파전달 시간을 구하는 제2과정과; 상기 측정된 맥파를 분석하여 정보를 얻는 제3과정과; 상기 맥파전달시간, 맥파분석 정보 및 피측정자 신체의 특성요소를 회귀식에 적용시켜 혈압값을 산출하는 제4과정을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 혈압측정 방법을 개시하고 있다.

<11> 그러나, 상기 대한민국 공개특허 제10-2007-0056925호에 따른 혈압측정 기술에서는, 상기 PPG 센서를 이용하여 맥파를 측정하는데, 손가락 끝에서 얻어지는 맥파 신호는 광센서 위에서 누르는 힘의 세기에 의해 영향을 받는다는 심각한 문제점이 있다. 즉, 맥파 측정을 위한 피측정자의 손가락이 PPG 센서를 누르는 압력이나 상기 PPG 센서가 피측정자의 손가락에 가하는 압력에 따라서, 맥파 신호는 크게 영향을 받고, 이에 따라 산출되는 혈압값의 오차는 큰 차이가 나게 된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<12> 종래에 맥파 측정을 위한 PPG 센서와 피측정자의 손가락 사이에서 발생하는 압력에 따른 영향을 최소화하기 위하여, 측정된 맥파의 파형을 분석하거나 또는 압력센서를 두어 보정하는 방법도 있었지만, 이를 위해서는 별도로 복잡한 파형 분석이나 보정 과정을 거쳐야 하기 때문에 시간과 노력이 많이 소요될 뿐만 아니라 새로운 추가 장비가 필요하다는 문제점이 있다.

<13> 이에 본 발명의 목적은, 맥파 신호(PPG)를 이용하여 혈압을 산출함에 있어서, 맥파 측정을 위한 PPG 센서와 피측정자의 손가락 사이에서 발생하는 압력에 따른 영향을 받지 않으면서도, 시간과 노력이 많이 소요되는 복잡한 과정 없이, 상기 PPG 센서를 사용하여 간단하게 정확한 혈압 값을 산출해 낼 수 있는 혈압측정 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<14> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 방법은, 공기주머니의 압력을 증가시키면서 피측정자의 손가락을 가압하고, 상기 가압된 손가락의 맥파를 PPG(Photo Plethysmo-Graphy) 센서로 측정하여 맥파 크기가 최대인 압력값을 결정하는 단계와; 상기 공기주머니의 가압을 해제하는 단계와; 상기 결정된 압력값으로 상기 손가락을 재가압하여 맥파를 측정하는 단계와; 상기 측정된 맥파로부터 맥파전달시간(PTT: Pulse Transit Time)을 얻고, 상기 얻은 맥파전달시간을 이용하여 혈압값을 산출하는 단계를 포함하는 것이 특징이다.

<15> 본 발명의 다른 실시형태로서 비침습 혈압측정 장치는, 피측정자의 맥파를 측정하기 위한 PPG센서와; 피측정자의 손가락을 가압하고 상기 가압을 해제할 수 있는 가압수단과; 상기 PPG센서의 측정값 중에서 맥파 크기가 최대인 가압수단의 압력값을 결정하고, 상기 결정된 압력값으로 상기 손가락을 재가압하도록 상기 가압수단을 제어하며, 상기 재가압에 따른 맥파 정보를 이용하여 혈압값을 산출하는 중앙처리장치와; 상기 중앙처리장치가 산출한 혈압값을 표시하는 표시부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<16> 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

효 과

<17> 상기한 본 발명에 의하면, 혈압값 산출을 위한 맥파 측정 전에 미리 손가락에 가해지는 압력을 결정함으로써, 피측정자의 손가락에 가해지는 압력 차이에 따른 오차를 최소화할 수 있다. 즉, 본 발명은 맥파의 크기가 최대인 압력값을 미리 결정하고 상기 결정된 압력값 수준에서 맥파를 측정하는 것이며, 이와 같이 피측정자의 손가락에 가해지는 압력에 따른 맥파 정보를 이용하여 보다 정확하게 혈압값을 산출할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<18> 이하에서는 본 발명의 바람직한 하나의 실시형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

<19> 도 1은 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 방법의 일례를 나타내는 흐름도이고, 여기에 도시된 바와 같이 본 발명은 소정의 혈압측정 장치에 의해 수행되는 것이 바람직하다. 먼저, 본 발명은 상기 혈압측정 장치에 구비된 공기주머니의 압력을 증가시키면서 피측정자의 손가락을 가압하고, PPG(Photo Plethysmo-Graphy) 센서로 상기 가압된 손가락의 맥파를 1차로 측정하여, 맥파 크기가 최대인 압력값을 결정하는 단계(S100)를 거친다. 다음으로는, 상기 공기주머니의 가압을 해제하는 단계(S110)를 거친다. 그리고 나서, 상기 결정된 압력값으로 피측정자의 손가락을 다시 재가압하여 2차 맥파를 측정하는 단계(S120)와; 상기 측정된 2차 맥파로부터 맥파전달시간(PTT: Pulse Transit Time)을 얻고, 상기 얻은 맥파전달시간을 이용하여 혈압값을 산출하는 단계(S130)를 포함한다.

<20> PPG센서 등과 같은 광센서에 의해 손가락 끝에서 얻어지는 맥파 신호(PPG)는, 혈관에 흐르는 혈류량에 의해 좌우된다. 심장의 수축기 때에는 혈관이 확장해서 혈관에 흐르는 혈액의 양도 순간적으로 증가하고, 이완기 때에는 혈관과 혈액의 양이 본래대로 돌아간다. 이렇게 심장이 수축과 이완을 반복하면서 파동 생성되고 이러한 파동이 동맥을 따라 말초까지 전달되기 때문에 손가락 끝에서 광센서를 이용하여 맥파 신호를 얻을 수 있는 것이다. 혈압은 혈관이 혈류량에 의해 확장되고 수축되면서 혈관벽에 미치는 압력이다. 일반적으로 혈압은 팔뚝에 압력을 가해 혈관에 피가 통하지 않도록 한 상태에서 천천히 압력을 줄여나가며 혈관을 지나는 혈류에 의한 맥동을 오실로메트리나 청진법으로 감지하여 측정한다. 이때, 광센서로 전달되는 맥동의 크기가 가장 큰 시점의 압력을 MBP(mean blood pressure)라고 하며, 다음과 같은 [수학식]으로 계산할 수 있다.

<21> 압력값(MBP) = 1*SBP/3 + 2*DBP/3

<22> 상기 SBP(systolic blood pressure)는 수축기 혈압, 상기 DBP(diastolic blood pressure)는 이완기 혈압.

<23> 상기 맥파 신호 및 MBP는 사람의 혈압에 따라 다르고, 이러한 맥파는 맥파 측정을 위한 피측정자의 손가락이 광센서를 누르는 압력이나 상기 광센서가 피측정자의 손가락에 가하는 압력에 따라 크게 차이가 난다. 즉, 피측정자의 손가락에 가해지는 압력이 점점 증가하면 이에 따라 얻어지는 맥파 신호의 크기도 점점 증가해서 맥파 신호의 크기가 최고치에 달하게 되고, 상기 압력이 더욱더 증가하면 맥파 크기는 다시 감소한다. 다시 말해서, 광센서로 얻어지는 맥파의 크기가 최대일 때의 외부압력은 MBP와 연관되고, 본 발명은 바로 이렇게 맥파의 크기가 최대인 압력값을 미리 결정하고, 상기 결정된 압력값 수준에서 맥파를 측정함으로써, 피측정자의 손가락에 가해지는 압력 차이에 따른 오차를 최소화하기 위한 것이다.

<24> 즉, 본 발명은 1차 맥파 측정을 통하여 맥파의 크기가 최대인 압력값을 미리 알아내고 상기 알게된 압력값 수준에서 혈압값 산출을 위한 2차 맥파를 측정하는 것이며, 이렇게 피측정자의 손가락에 가해지는 압력에 따른 맥파 정보를 이용하여 보다 정확하게 혈압값을 산출하는 것이다.

<25> 이를 위하여, 본 발명은 상술한 바와 같이, 혈압측정 장치에 구비된 공기주머니의 압력을 증가시키면서 피측정자의 손가락을 가압하고, 상기 혈압측정 장치의 PPG(Photo Plethysmo-Graphy) 센서로 상기 가압된 손가락의 맥파를 1차로 측정하며, 상기 혈압측정 장치(특히, 혈압측정 장치의 중앙처리장치)로 맥파 크기가 최대인 압력값을 결정하는 단계(S100)를 거친다. 이후에, 본 발명에 따른 혈압측정 장치는 상기 공기주머니의 가압을 해제하고(S110), 상기 공기주머니를 통하여 상기 결정된 압력값으로 피측정자의 손가락을 다시 재가압하여, PPG 센서로 2차 맥파를 측정하는 것(S120)이다. 여기서, 상기 손가락을 가압하는 방법은 특별히 제한되지 않지만 공기가 들어있는 공기주머니(도 6 및 도 7 참조)를 이용하는 것이 압력을 제어하는데 용이하고, 상기 가압을 해제하

는 것은 이러한 공기주머니로부터 공기를 배기하는 것이다. 이외에는 모터 등을 사용하여 기계적으로 손가락을 눌러주면서 가해주는 힘의 크기를 압력센서로 측정하거나, 상기 모터에 걸리는 토크를 측정해서 힘의 크기를 측정하는 것도 가능하다.

<26> 이후에, 본 발명은 상기 측정된 2차 맥파를 이용하여 혈압값을 산출하는 단계(S130)를 거침으로써 완성되고, 선택적으로는 상기 산출된 혈압값을 혈압표시 장치에 표시하는 단계(S140)를 더 포함하는 것도 가능하다. 맥파를 이용하여 혈압값을 산출하는 구체적인 방법은 특별히 제한되는 일이 없이 이 기술분야에서 보통의 지식을 가진 자에게 알려진 다양한 방법을 이용하는 것이 가능하고, 상기 측정된 2차 맥파로부터 맥파전달시간(PTT: Pulse Transit Time)을 얻은 다음 이를 이용하여 혈압값을 산출할 수 있으며, 예를 들면 대한민국 공개특허 제10-2007-0056925호에 기재된 혈압측정 방법 및 장치를 이용할 수 있다.

<27> 도 2는 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 방법의 다른 일례를 나타내는 흐름도이고, 여기에 기재된 본 발명은 상술한 바와 같은 맥파 측정 과정(S100 내지 S120)을 거치고, 추가적으로 심전도측정용 전극을 이용하여 피측정자의 심전도를 측정하는 과정을 더 포함(S230)하는 것이다. 측정된 심전도는 상기 측정된 맥파와 함께 피측정자의 혈압값을 산출하는 다른 근거로 사용되며, 이에 따르면 본 발명은 혈압값을 산출함에 있어서, 상기 측정된 맥파와 심전도를 근거로 하여 얻은 맥파전달시간을 회귀식에 적용시켜 혈압값을 산출하는 것이 가능하다.

<28> 또한, 본 발명은 맥파전달시간(PTT)을 이용하여 혈압을 산출함에 있어서, 피측정자의 키, 몸무게, 나이, 성별, 팔길이 등의 물리적 특징에 관한 정보를 적용하고, PPG로 얻어지는 맥파를 분석한 정보를 인자로 포함시켜 정확한 혈압 값을 산출할 수도 있다.

<29> 이하에서는, 도 2를 참조해서 본 발명에 따라 맥파 등을 이용하여 혈압값을 산출하는 구체적인 방법을 설명한다.

<30> 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명은 먼저 혈압측정 장치에 구비된 신체정보 입력부를 통해 피측정자의 성별, 나이, 키, 몸무게 등과 같은 피측정자의 신체적 특성요소를 입력하는 단계(S210)를 포함한다. 이러한 신체적 특성 요소 입력 단계(S210)는, 후술하는 협압값 산출 과정에서 입력된 신체적 특성 정보를 회귀식에 적용시키기 위한 것으로, 회귀식에 적용하기 전이면 본 발명에 따른 혈압측정 방법의 어느 단계에서든 이루어질 수 있다.

<31> 그리고 나서, 본 발명이 피측정자의 손가락을 가압하여 맥파 크기가 최대인 압력값을 결정하고 상기 가압을 해제하는 단계(S220) 및 상기 결정된 압력값으로 상기 손가락을 재가압하여 맥파를 측정하는 단계(S230)를 포함하는 것은 상기한 S100 단계 내지 S120 단계와 동일하다. 다만, 상기 맥파를 측정함에 있어서 피측정자의 심전도를 측정하는 과정을 더 포함(S230)할 수 있다.

<32> 이후에는 상기 단계에서 측정한 값들을 근거로 맥파전달시간을 구하는 것과 함께, 상기 PPG 센서를 통해 측정한 맥파를 분석하여 정보를 얻는 단계(S240), 상기 맥파전달시간, 맥파분석정보 및 피측정자 신체의 특성요소를 회귀식에 적용시켜(S250) 혈압값을 산출하는 단계(S260), 그리고 상기 산출된 혈압값을 표시장치에 표시하는 단계(S270)를 포함하여 이루어진다.

<33> 상기 맥파전달 시간은 혈액이 심장에서 출발하여 손끝이나 발끝 등의 말초에 도달하기까지 걸리는 시간으로 심전도의 R파와 맥파를 이용하여 구할 수 있다. 심장은 폐와 온몸으로 혈액을 순환시키기 위해 수축과 이완을 반복하는데, 심근세포들을 동시에 수축시키기 위한 전기적 신호를 동방결절과 방실결절에서 보내게 되며, 우리 몸에서 심전도 측정하면 이러한 전기적 신호를 얻을 수 있다. 도 3(a)는 대표적인 심전도 파형으로 그림과 같이 파형의 피크 위치에 따라 'PQRST파' 라고 부른다. 맥파전달시간을 구하기 위해서는 그 중 R파를 이용할 수 있는데, R파는 혈액이 심장에서 방출되어 나오는 시기라고 볼 수도 있다.

<34> 말초에 도달함은 손끝에서 맥파를 측정함으로 알 수 있다. 도 3(b)는 광센서(PPG 센서)를 이용하여 손가락 끝에서 얻은 대표적인 신호의 파형이다. 맥파는 심장이 수축과 이완을 반복하면서 혈류량의 변화가 생기기 때문에 이것이 반영되어 그림과 같이 신호의 파형이 나오게 된다. 맥파 전달 시간을 측정하기 위해서는 맥파신호 파형에서 어느 한 기준점을 잡아야하는데, 일반적으로 맥파의 신호가 올라가는 중간지점을 잡기도 하고, 1차미분의 최대점 혹은 2차미분의 최대점 등을 사용할 수 있다. 본 발명에서 맥파전달시간(PTT)은 심전도의 R파로부터 맥파의 최대점까지 사이의 시간을 측정하여 구할 수 있으며, 이는 도 4에 PTT1으로 나타나 있다.

<35> 상기 맥파분석정보는 맥파의 파형을 분석하여 얻는데, 광센서를 통해 얻어진 맥파의 신호(PPG 측정값)를 2차 미분을 통해 도 3(c)와 같은 가속도 맥파 파형을 얻을 수 있다. 이는 Kenji Takazawa(American Heart Association,1998) 등이 발표하여 널리 알려져 있는데, 본 발명에서는 맥파의 2차미분 파형 분석을 통해 얻는

혈관노화도 외에, 각 피크들이 얻어지는 시간을 분석한 정보를 사용한다. 일반적으로 가속도 맥파 파형에서 도 3(c)와 같이 각 피크를 a, b, c, d, e로 구분하며, a,b, c, d, e 값들을 이용하여 혈관의 노화도 혹은 혈관의 나이를 산출한다. 본 발명에서는 맥파의 1차 미분의 최대점 사이의 시간으로부터 맥박수를 산출하는 것과, 2차 미분의 파형에서의 각 피크점인 a, b, c, d, e 값으로부터 혈관의 상태와 관련이 있다고 여겨지는 인자들, 예를 들면 b/a, c/a, d/a, e/a 와 같은 값들, 또한 각 피크들 사이의 시간차이, 예를 들면 a 피크에서 b 피크가 나오는 시간 및 a-c, a-d, a-e 시간을 측정하여 혈압값을 산출하는 인자로 활용한다. 이와 같이 혈관의 상태에 관심을 둔 이유는 혈관벽에 혈전이 쌓이면 혈류가 지나갈 수 있는 통로가 상대적으로 줄어들고 이에 따라 저항이 커져 혈압에 영향을 줄 수 있기 때문이다.

<36> 상기 신체적 특징에 해당하는 키, 몸무게, 나이 등은 그 자체를 혈압값 산출을 위한 회귀식의 인자로 사용할 수도 있으며, 키를 맥파전달시간(PTT)으로 나눠 속도의 형태로 할 수도 있고, 키와 몸무게를 이용하여 BMI (Body Mass Index)를 구해 인자로 활용할 수 있다.

<37> 본 발명에서의 혈압과 맥파전달시간과 회귀식의 관계는 [수학식3]과 같이 나타낼 수 있다. 상기 피측정자의 특징은 사용자로부터 입력받은 값을 이용하고, 그 외의 정보를 실제 측정을 통해 얻은 값을 이용한다.

<38> $$\text{혈압} = f(\text{맥파전달시간}, \text{맥파분석정보}, \text{피측정자의특징}, \text{온도}\ldots)$$

<39> 상기 수학식 3에 사용되는 맥파전달시간은 [수학식4]와 같이 단순히 심전도의 R파에서부터 PPG 2차미분의 최대값까지의 시간(PTT)을 사용할 수도 있고, 입력한 피측정자의 키나 팔길이 등을 이용하여 나타낼 수도 있다.

<40> $$\text{맥파전달시간} = 1/PTT \quad \text{또는} \quad \text{맥파전달시간} = \text{키 or 팔길이}/PTT$$

<41> 상기 수학식 3에 사용되는 맥파분석정보는 예를 들어, 맥박수 및 [수학식5]와 같이 a,b,c,d,e 에서의 값을 이용한 점수나 a값으로 각각의 점들을 나눠준 상대적인 값들의 조합이 들어갈 수 있다. 여기에 각 점들이 나오는 상대적인 시간들의 조합을 포함하여 맥파분석정보를 나타낸다.

<42> $$\text{점수} = (-b+c+d)/a \quad or \quad (b/a,\ c/a,\ d/a,\ e/a)\text{의 조합}$$

$$T1-(Tb-Ta),\quad T2-(Tc-Ta),\quad T3-(Td-Ta),\quad T4-(Te-Ta)$$

<43> $$T1'=T1/T,\quad T2'=T2/T,\quad T3'=T3/T,\quad T4'=T4/T$$

<44> 여기서 Ta, Tb, Tc, Td, Te 는 맥파의 이차 미분파형의 a,b,c,d,e 점들이 나오는 시간을 의미하며 T는 맥파와 맥파 사이에 걸리는 시간을 의미하며, 60/T 는 맥박수에 해당하며 맥박수 역시 맥파분석정보로 사용할 수 있다.

<45> [수학식 6]은 위와 같은 내용을 조합한 혈압에 대한 회귀식의 한 예에 해당한다.

<46> $$BP = c1*(\text{키}/PTT) + c2*(-b/a) + c3*T4 + c4*age + c5$$

<47> 여기서, BP는 혈압(systolic, diastolic, mean blood pressure)을 의미하며, c1,c2,c3,c4,c5 등은 회귀분석을 통해 획득된 상수들이다.

<48> 한편, 도 5는 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치의 일례를 나타내는 블록도이고, 여기에 도시한 바와 같이 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치는 피측정자의 맥파를 측정하기 위한 PPG센서(10)와; 피측정자의 손가락을 가압하고 상기 가압을 해제할 수 있는 가압수단(20)과; 상기 PPG센서의 측정값 중에서 맥파 크기가 최대인 가압수단의 압력값을 결정하고, 상기 결정된 압력값으로 상기 손가락을 재가압하도록 상기 가압수단을 제어하며, 상기 재가압에 따른 맥파 정보를 이용하여 혈압값을 산출하는 중앙처리장치(30)와; 상기 중앙처리장치가 산출한 혈압값을 표시하는 표시부(40)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<49> 또한, 여기에는 상기 중앙처리장치의 처리 데이터 및 혈압측정 프로그램이 저장되어 있는 메모리부(50), 피측정자의 심전도를 측정하기 위한 하나 이상의 심전도측정용 전극(60), 피측정자의 몸무게, 키, 팔길이, 나이 등과 같은 신체적인 특성 요소를 입력하기 위한 신체정보 입력부(70) 등이 더 포함될 수 있다. 본 발명이 이와 같은 심전도측정용 전극(60) 및/또는 신체정보 입력부(70)를 포함하는 경우, 상기 중앙처리장치(30)는 상기 심전도측

정용 전극(60) 및/또는 신체정보 입력부(70)에서 얻은 정보를 활용하여 혈압값을 산출할 수 있다.

<50> 도 6 및 도 7은 각각 본 발명의 비침습 혈압측정 장치에 따른 가압수단(20)의 일례를 나타내는 단면도이고, 여기에 도시된 바와 같이 상기 가압수단(20)은, 손가락을 넣을 수 있는 관통부(21)를 가지는 지지부(22)와; 상기 관통부(21)에 있는 손가락을 가압할 수 있는 공기주머니(23)를 포함하는 것이 바람직하다. 본 발명은 이러한 관통부(21)와 공기주머니(23)를 가짐으로써 피측정자의 동일한 손가락을 반복해서 가압하기에 용이한 잇점이 있다. 나아가, 상기 공기주머니(23)는 도 7에 나타난 바와 같이 상기 지지부의 외측 일면 또는 양면에 구비될 수 있고, 손가락 끝 마디를 고르게 가압하기 위해서는 상기 관통부(21)를 둘러싸도록 관통부(21) 둘레에 구비되는 것이 더욱 바람직하다.

<51> 도 8a 및 도 8b는 각각 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치의 가압수단에 포함되는 PPG센서의 일례를 나타내는 평면도 및 단면도이고, 여기에 도시된 바와 같이 상기 지지부(22)는 상부 지지부(22a) 및 하부 지지부(22b)로 이루어지고, 상기 PPG센서(10)는 하나 이상의 발광소자(10a) 및 수광소자(10b)로 이루어지며, 상기 발광소자(10a) 및 수광소자(10b)는 상기 상부 지지부(22a) 및 하부 지지부(22b) 중 적어도 하나 이상의 지지부(22)에 구비될 수 있다. 즉, 상기 PPG센서(10)는 도 8a에서와 같이 손가락 아랫면에 발광소자(10a)와 수광소자(10b)가 수직 또는 수평으로 위치하는 반사형으로 구비되는 가능하며, 도 8b에서와 같이 손가락 위 아래에 소자들이 수직으로 위치하는 투과형으로 구비되는 것도 가능하다.

<52>

<53> 이와 함께, 본 발명에 따른 구성은 기존의 다른 장치에 부가되어 사용되는 것도 가능하고, 도 9에서와 같이 독립적으로 구성되어 전용 측정 장치로 활용될 수도 있다. 도 9는 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치의 일례를 나타내는 것으로, 피측정자의 심전도를 측정하기 위한 심전도측정용 전극(60)은 지지부(22)의 관통부(22) 밑에 구비되는 심전도측정용 내측전극(60a)과(도 6 및 도 7 참조) 측정 장치 하우징의 측면에 구비된 심전도측정용 외측전극(60b)으로 이루어질 수 있고, 이렇게 함으로 피측정자는 한손으로 측정 장치를 가볍게 감싸면서 두 손가락을(추천하는 것으로는 왼손의 엄지와 검지) 상기 심전도측정용 외측전극(60b)에 접하고, 다른 한 손의 한 손가락을(오른손의 검지) 측정 장치 하단의 관통부(21)에 넣음으로써 심전도와 맥파를 동시에 측정할 수 있다.

<54> 도 10a 및 도 10b는 각각 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치와 종래의 수은혈압계로 측정한 수축기 혈압 및 이완기 혈압을 나타내는 Bland-Altman plot 그래프이다. Bland-Altman plot 이란 두 가지 측정(measurement) 방법을 비교하기 위한 통계법으로, 두 방법의 평균과 구해진 값의 차이(오차가 어떠한지)가 있는지에 대해 또는 추정된 값과 실제 계측한 값의 차이가 있는지를 보여주는 그래프이다. 여기서는, 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치로 측정한 혈압값과 종래의 수은혈압계를 이용한 청진법으로 측정한 reference 혈압값을 Bland Altman Plot으로 비교하였다. 혈압계 인증에 관한 규격(SP10, EN1060)을 보면 혈압계의 정확도가 mean Error +/- 5mmHg, SD 8mmHg 를 만족하여야 한다. 본 발명에 따른 혈압측정 장치는, 도 10a에 도시된 바와 같이 수축기 혈압에서 mean error -0.2 mmHg, SD 8.0 mmHg의 수치를 나타내었고, 도 10b에 도시된 바와 같이 이완기 혈압에서는 mean error -0.5 mmHg, SD 7.1 mmHg의 수치를 나타내어, 혈압계 인증에 관한 규격에서 요구되는 정확도를 만족한다.

<55> 상술한 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 방법 및 장치는 구성이 간단하고 조작이 단순하여 독립제품 외에 이동통신단말기, MP3 플레이어, 휴대형 동영상재생기, 게임기 등의 휴대형 제품에 다양하게 적용할 수 있다.

<56> 한편, 상기에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구범위에 의해 마련되는 본 발명의 기술적 특징이나 분야를 이탈하지 않는 한도 내에서 본 발명이 다양하게 개조 및 변화될 수 있다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백한 것이다.

산업이용 가능성

<57> 본 발명에 의하면, 맥파 신호(PPG)를 이용하여 혈압을 산출함에 있어서, 맥파 측정을 위한 PPG 센서와 피측정자의 손가락 사이에서 발생하는 압력에 따른 영향을 받지 않으면서도, 시간과 노력이 많이 소요되는 복잡한 과정 없이, 상기 PPG 센서를 사용하여 간단하게 정확한 혈압 값을 산출해 낼 수 있는 혈압측정 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<58> 도 1은 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 방법의 일례를 나타내는 흐름도이고,

<59> 도 2는 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 방법의 다른 일례를 나타내는 흐름도이고,

<60> 도 3은 본 발명의 비침습 혈압측정 방법에 따른 심전도(EGG) 파형도(a), 산소 포화도 측정으로 얻은 파형도(b) 및 상기 파형도(b)의 2차 미분 파형도(c)이고,

<61> 도 4는 본 발명의 비침습 혈압측정 방법에 따른 맥파전달시간의 일례를 나타내는 파형도이고,

<62> 도 5는 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치의 일례를 나타내는 블록도이고,

<63> 도 6 및 도 7은 각각 본 발명의 비침습 혈압측정 장치에 따른 가압수단의 일례를 나타내는 단면도이고,

<64> 도 8a 및 도 8b는 각각 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치의 가압수단에 포함되는 PPG센서의 일례를 나타내는 평면도 및 단면도이고,

<65> 도 9는 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치의 일례를 나타내는 사진이고,

<66> 도 10a 및 도 10b는 각각 본 발명에 따른 비침습 혈압측정 장치로 측정한 수축기 혈압과 이완기 혈압을 나타내는 그래프이다.

<67> **도면의 주요부분에 대한 기호의 간단한 설명**

<68> 10: PPG센서 20: 가압수단

<69> 21: 관통부 22: 지지부

<70> 23: 공기주머니 30: 중앙처리장치

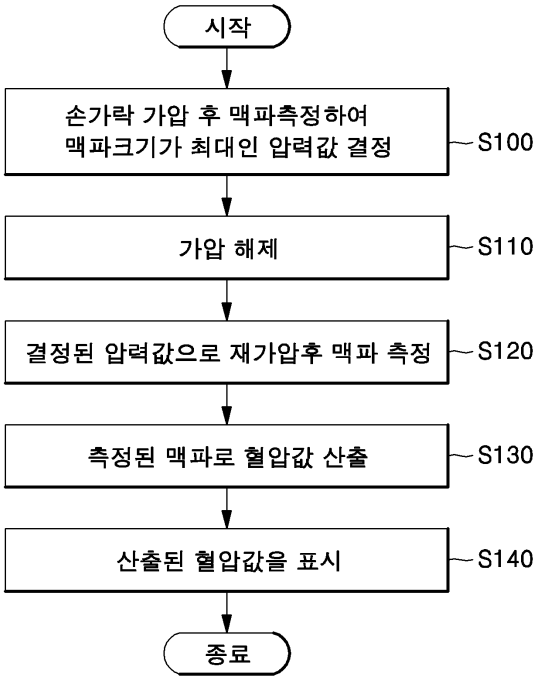
<71> 40: 표시부 50: 메모리부

<72> 60: 심전도측정용 전극 70: 신체정보 입력부

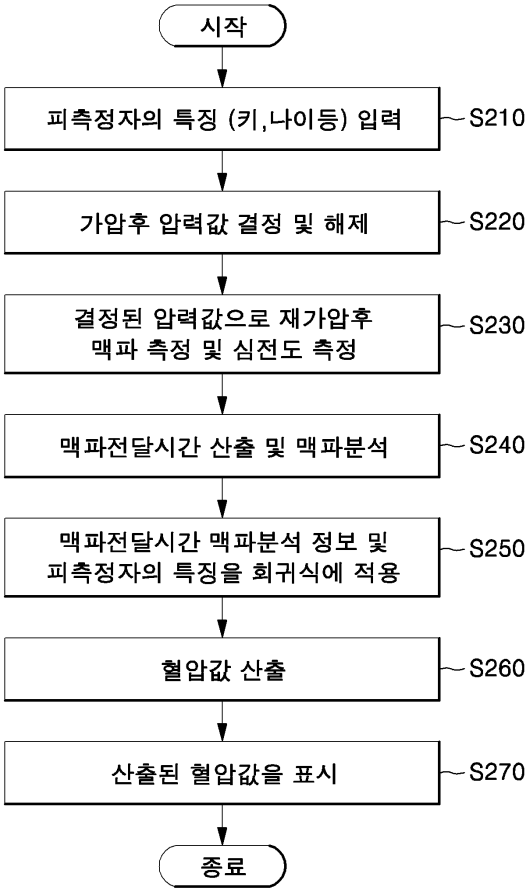
<73> 80: 측정스위치

도면

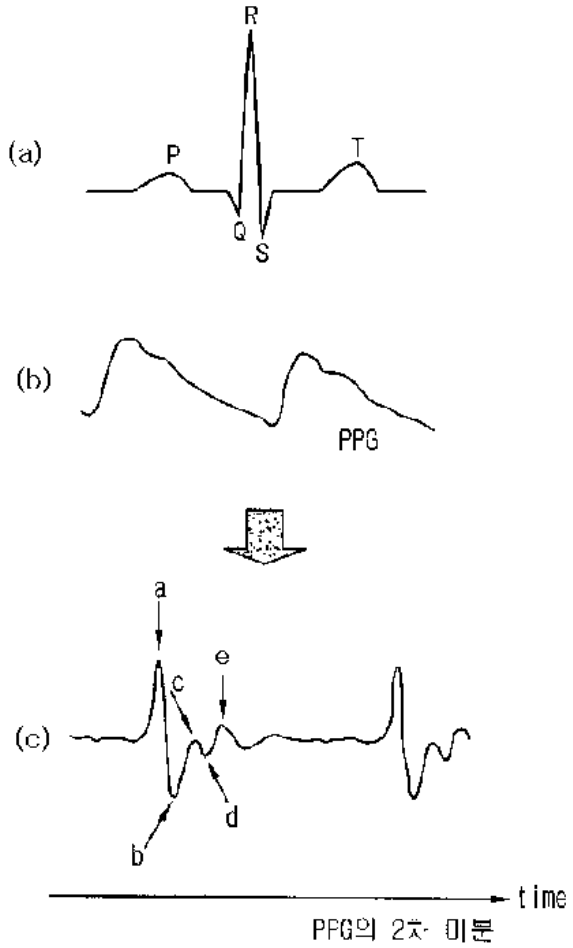
도면1



도면2

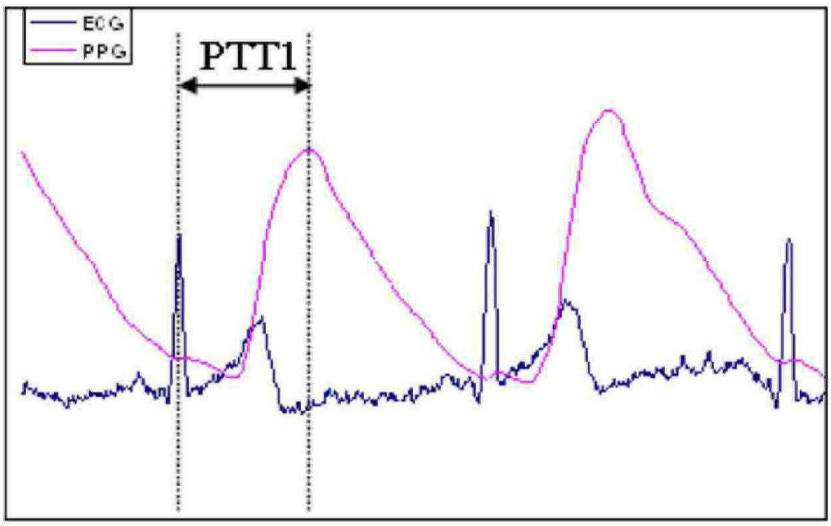

시작
피측정자의 특징 (키,나이등) 입력
S210
가압후 압력값 결정 및 해제
S220
결정된 압력값으로 재가압후
맥파 측정 및 심전도 측정
S230
맥파전달시간 산출 및 맥파분석
S240
맥파전달시간 맥파분석 정보 및
피측정자의 특징을 회귀식에 적용
S250
혈압값 산출
S260
산출된 혈압값을 표시
S270
종료

도면3

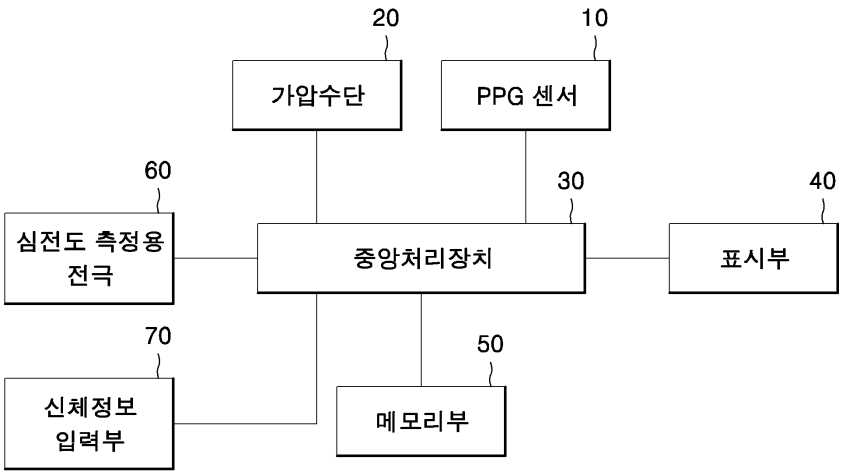


PPG의 2차 미분

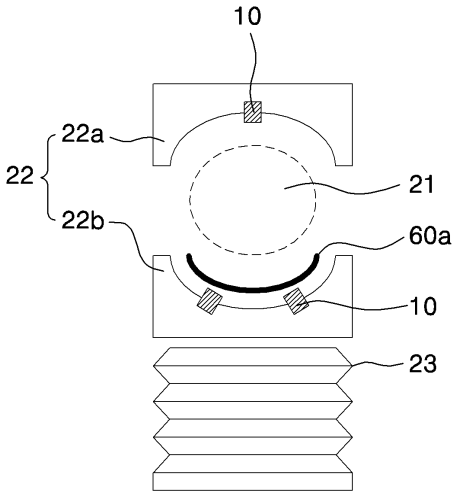
도면4



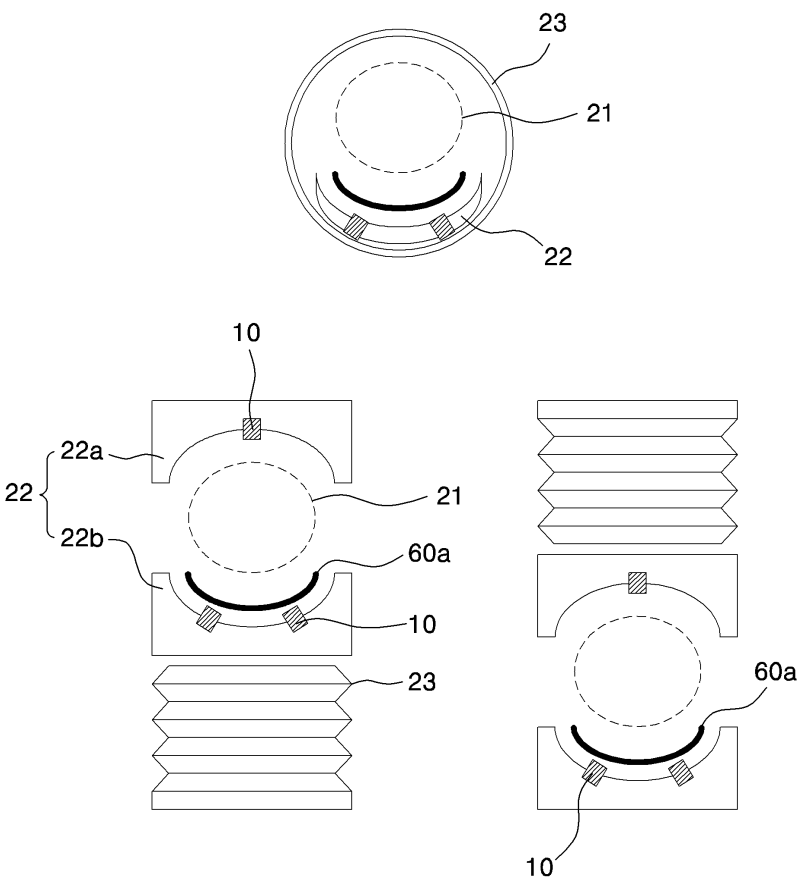
도면5


20
10
가압수단
PPG 센서
60
30
40
심전도 측정용 전극
중앙처리장치
표시부
70
50
신체정보 입력부
메모리부

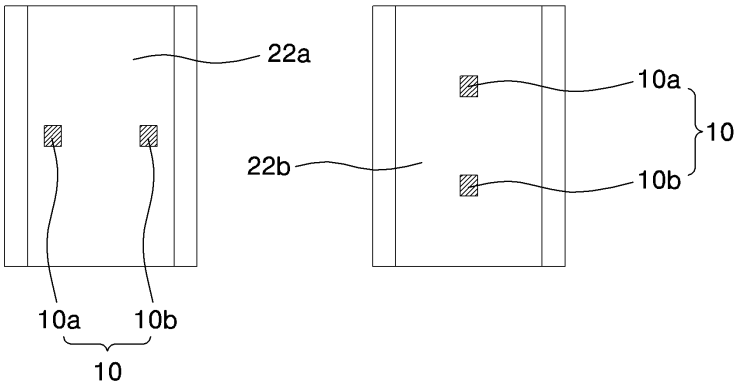
도면6


10
22a
22
21
22b
60a
10
23

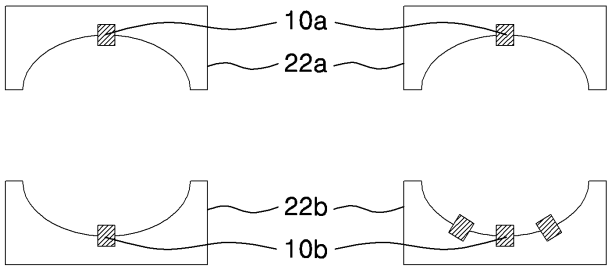
도면7


23
21
22
10
22a
22
21
22b
60a
10
23
60a
10

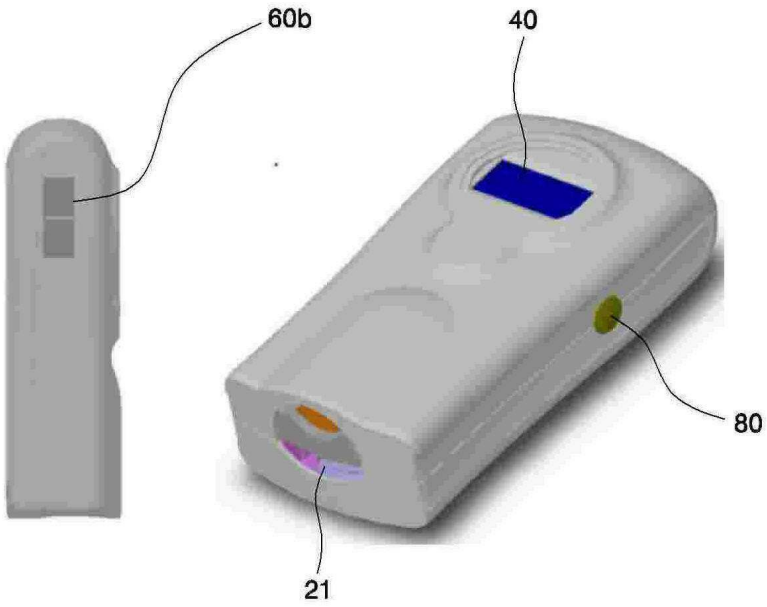
도면8a


22a
10a
22b
10
10b
10a
10b
10

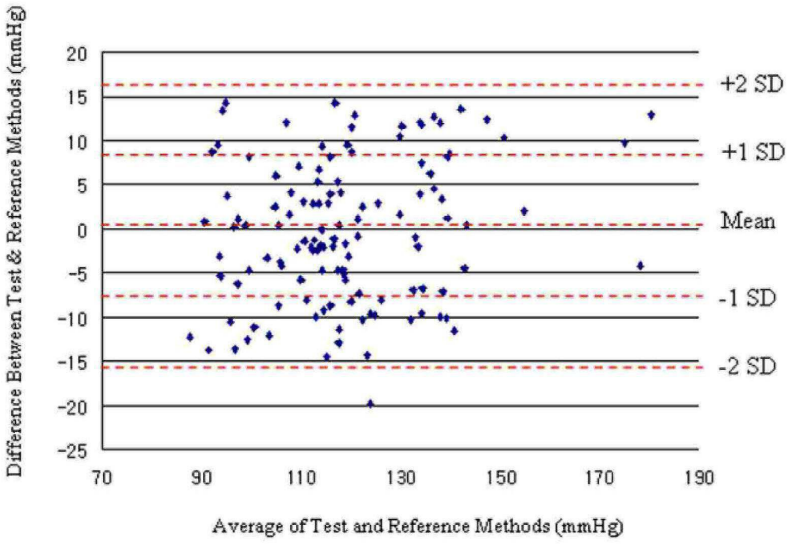
도면8b



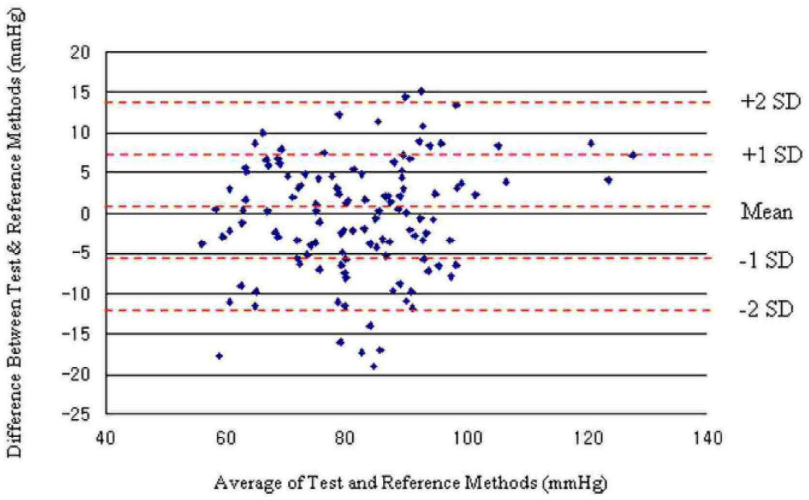
도면9



도면10a


Difference Between Test & Reference Methods (mmHg)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
70
90
110
130
150
170
190
+2 SD
+1 SD
Mean
-1 SD
-2 SD
Average of Test and Reference Methods (mmHg)

도면10b


Difference Between Test & Reference Methods (mmHg)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
40
60
80
100
120
140
+2 SD
+1 SD
Mean
-1 SD
-2 SD
Average of Test and Reference Methods (mmHg)